(Aus dem Anatomischen Institut der Universität Göttingen.
Direktor: Prof. Dr. Hugo Fuchs.)

Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Faserverlauf der Pars lumbalis des Zwerchfells zur Begrenzung des Hiatus oesophageus bei Säugetieren.

Mit 29 Abbildungen im Text.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

Vorgelegt von

Fritz Körner
aus Langelsheim (Harz).

Göttingen 1929

(Aus dem Anatomischen Institut der Universität Göttingen.
Direktor: Prof. Dr. Hugo Fuchs.)

Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Faserverlauf der Pars lumbalis des Zwerchfells zur Begrenzung des Hiatus oesophageus bei Säugetieren.

Mit 29 Abbildungen im Text.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

Vorgelegt von

Fritz Körner
aus Langelsheim (Harz).

Göttingen 1929

Referent: Prof. Dr. Franz Stadtmüller.
Korreferent: Prof. Dr. Hugo Fuchs.

Tag der mündlichen Prüfung: 14. 12. 1928.

Sonderabdruck aus dem „**Morphologischen Jahrbuch**“, Bd. 61, Heft 3, 1929
Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig.

Meinen lieben Eltern!

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Fritz Karl Heinrich Körner, am 8. Januar 1905 als Sohn des Lehrers Fritz Körner zu Langelsheim a. Harz. 1910—15 besuchte ich die Volksschule meines Heimatortes, 1915—23 das Realgymnasium zu Goslar, wo ich Ostern 1923 die Reifeprüfung bestand. Ich studierte dann 7 Semester Medizin an der Universität zu Göttingen. Im 8. Semester war ich bei der medizinischen Fakultät in Berlin, im 9. und 10. wieder in Göttingen eingeschrieben. Ende Sommersemester 1925 bestand ich in Göttingen das ärztliche Vorexamen, im Sommersemester 1928 das ärztliche Staatsexamen. Dann bin ich als Medizinalpraktikant an der medizinischen Universitätsklinik zu Göttingen tätig gewesen und bin vom 1. November 1928 ab Assistent am anatomischen Institut in Leipzig.

nderabdruck aus dem **„Morphologischen Jahrbuch“**, Bd. 61, Heft 3, 1929.
Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig.

*(Aus dem Anatomischen Institut der Universität Göttingen.
Direktor: Prof. Dr. Hugo Fuchs.)*

ergleichend-anatomische Untersuchungen über en Faserverlauf der Pars lumbalis des Zwerch- ells zur Begrenzung des Hiatus oesophageus bei Säugetieren.

Von

Fritz Körner

Assistent am Anatomischen Institut zu Leipzig.

Mit 29 Abbildungen im Text.

Einleitung.

1926 veröffentlichten STADTMÜLLER und STENZEL im Anatomischen Anzeiger (Bd. 62) Beobachtungen über die Muskelbündelkreuzung der Pars lumbalis des Zwerchfells. Die Verfasser untersuchten 30 menschliche Zwerchfelle, deren Präparation ein abweichendes Resultat von dem Verhalten ergab, wie es wenigstens in den meisten anatomischen Lehrbüchern als das normale beschrieben wird. Dieses sogenannte »normale« Verhalten, daß nämlich der Hiatus oesophageus sowohl von einem Muskelbündel des rechten, als auch des linken Zwerchfellschenkels umrandet wird, wurde bei den 30 untersuchten Präparaten in nur 5 Fällen gefunden. Die übrigen 25 wichen insofern ab, als das vom linken Schenkel kommende Bündel fehlte oder, wenn es vorhanden war, sich nicht an der Begrenzung des Hiatus oesophageus beteiligte. Es ließen sich also nach diesen Befunden zwei große Gruppen abtrennen:

1. Gruppe: Der Hiatus wird sowohl vom rechten als auch vom linken Schenkel begrenzt, wobei der linke immer unter dem rechten zu liegen kommt.

2. Gruppe: Der Hiatus wird nur vom rechten Schenkel gebildet.

Bei dieser Gruppe sind als Besonderheit noch Fälle hervorzuheben, bei denen zwar ein linkes Bündel vorhanden ist, das aber geringer entwickelt ist als das rechte und dorsal dem rechten Schenkel aufliegt, ohne jedoch zur Umrandung des Hiatus beizutragen. Mit dem ventralen Bündel der 1. Gruppe hat das dorsale nichts gemein, sondern es muß als eine selbständige Bildung angesehen werden.

Auf Anregung von Herrn Prof. STADTMÜLLER unternahm ich es, die Verhältnisse der Hiatusbegrenzung in der Pars lumbalis des Zwerchfells bei Säugetieren nachzuprüfen. Denn es erhebt sich die Frage, ob die Befunde genannter Autoren mit den Verhältnissen bei den übrigen Säugern in Einklang zu bringen sind. So stehen folgende Fragen zur Diskussion:

1. Sind bei diesen beide Crura an der Begrenzung des Hiatus beteiligt oder nur das rechte Crus?
2. Gibt es neben einem ventral gelegenen, nach rechts hinüber kreuzenden, ursprünglich linken Bündel auch einen dorsal verlaufenden Muskelfaserzug, der vom linken Schenkel stammt und nach rechts ausstrahlt zwischen Hiatus aorticus und oesophageus, oder einen solchen bei fehlendem ventral gelegenen, ursprünglich linken Bündel?
3. Beteiligt sich das etwa vorhandene dorsale Bündel des ursprünglich linken Schenkels wirklich an der Begrenzung des Hiatus?

Man könnte annehmen, daß sich infolge der größeren Beanspruchung des Zwerchfells als Atemmuskel beim aufrecht gehenden Menschen die Muskulatur mehr differenziert hätte als beim primitiven Säuger. Bestände dieser Gedankengang zu Recht, so müßten sich vielleicht besonders Ähnlichkeiten finden lassen zwischen Mensch und anderen aufgerichteten Formen bzw. solchen, die sich dann und wann aufrichten.

Das Zwerchfell bildet sich in der Vertebratenreihe allmählich als eine Scheidewand im Coelom, die die Herzbeutelbrusthöhle und die Abdominalhöhle trennt. Deutlicher bildet sich dieses

septum erst aus bei den Sauropsiden (Chelonier, Echsen, Krokodile und Vögel). Hier handelt es sich schon um muskuläre Elemente, welche von Wirbelsäule und Rippen entspringen. Bei den Säugetieren wird der Herzbeutel von der Abdominalhöhle abgekammert, wo sich ein kuppelförmiges Diaphragma ausgebildet hat, das von der Wirbelsäule, den Rippen und dem Sternum entspringt. Es kann ganz aus Muskulatur bestehen, z. B. bei Echidna, Phocaena, oder es ist in der Mitte eine Sehnenplatte ausgebildet, das Centrum tendineum. Die Ausbildung des Zwerchfells der Säugetiere hängt sicher eng zusammen mit der Entwicklung des Thorax und dem veränderten Atemmechanismus.

Bei der Zusammenstellung meiner Befunde bin ich mir allerdings vollkommen bewußt, daß sich bei dem geringen Material keine Schlüsse ziehen, sondern nur Vermutungen aussprechen lassen. Es galt überhaupt zunächst einmal, Befunde beizubringen, die über die Verhältnisse der verschiedensten Säugerdifferenzierungen orientieren, von denen ja natürlich nur einige bestimmte, eben die der allgemein primitiven Mammalierformen (Monotremen, Marsupialier, Insektivoren, gewisse Raubtier- und Nagetiergruppen, Halbaffen und gewisse Affen) zur Entwicklung beim Menschen in Beziehung gebracht werden können.

Literatur.

Bevor ich an die Besprechung meiner Präparate herangehe, möchte ich einen Überblick über die mir zugängliche Literatur geben. Auffallend ist bei der Durchsicht der Literatur, daß die interessierenden Verhältnisse eigentlich nur beim Menschen und bei den Haussäugetieren eingehend beschrieben sind. Selbst in der Primatenliteratur, die hier von besonderem Interesse ist, finden sich nur wenig einschlägige Angaben. Dabei sind die Darstellungen der einzelnen Autoren sehr verschieden und stark voneinander abweichend.

Was das Größenverhältnis der beiden Zwerchfellpfeiler angeht, so herrscht bei fast allen Autoren die Übereinstimmung, daß der rechte bei weitem der stärkere ist. So sagt Winckler (1926), daß bei Katze, Hund und Meerschweinchen der rechte Zwerchfellpfeiler immer besser ausgebildet ist, was für Katze, Kaninchen und Hasen auch von Haack (1903) angegeben wird, während Haberlah (1911) behauptet, daß beim Hund und bei der Katze

beide Pfeiler gleich stark sind. Nach Haberlah haben die gleich starken Zwerchfellpfeiler für die ganze Ordnung der Carnivoren Geltung, bei denen sich die Pars lumbalis überhaupt am gleichmäßigsten und regelmäßigsten verhält, während sie sonst nach Tierart und Individualität beträchtlichen Schwankungen unterliegt. Nach Testut (1890) ist beim Ursus americanus allerdings der linke Pfeiler der stärkere, der zwischen Oesophagus und Aorta ein starkes Bündel zum rechten abgibt. Diese Angabe, daß der linke Pfeiler stärker sei als der rechte, findet sich noch einmal bei Haberlah für Kalb, Schaf und Ziege. Sonst gilt allgemein für die Haustiere, daß der rechte Schenkel stets der stärkere ist (Leyh, 1850; Günther, 1866; Chauveau, 1857; Gerhardt, 1909; Martin, 1912—23). Über die Verhältnisse bei den Primaten schreibt Kohlbrügge (1897), daß der rechte Schenkel stärker ist als der linke, er »sendet aber zur Umrandung des Hiatus aorticus einen Teil seiner Fasern nach links hinüber und wird dadurch schwächer als der linke Schenkel«. Vom Schimpansen sagt Sperino (1897), daß der rechte Pfeiler stärker ist und mehr nach der Mitte zu gelagert ist, während der linke viel kleiner ist als der rechte. Für den Menschen wird stets der rechte Schenkel als der stärkere bezeichnet, nur Tandler (1919) sagt, daß »manchmal der rechte, manchmal der linke Zwerchfellschenkel mächtiger entwickelt erscheint«. Toldt (1897) gibt an, daß bei der Kreuzung der Bündel der größere Teil von links nach rechts hinübergeht.

Das Verhalten der beiden Zwerchfellschenkel, wie es Stadtmüller und Stenzel in ihrer ersten Gruppe zusammengefaßt haben, nämlich daß der Hiatus oesophageus zwischen den beiden Crura liegt, wird auch von Schmaltz (1897) und Ellenberger-Baum (1900) für die Carnivoren angegeben. Ebenso beschreiben es Bucher (1909) und Haberlah (1911) für den Hund, Haberlah (1911) und Martin (1912—23) für die Katze. Dagegen sagt Testut (1890) vom Ursus americanus, daß zwischen Oesophagus und Aorta ein starkes Bündel vom linken zum rechten Schenkel hinübergeht, während von einem von rechts nach links gehenden Bündel nichts erwähnt wird; man muß daher annehmen, daß der Hiatus oesophageus nur vom linken Schenkel gebildet wird. Diese Ansicht ist in der ganzen Literatur nur noch einmal vertreten bei Langenbeck (1847), nach dessen Angabe beim Menschen der Oesophagus durch einen Spalt des linken Schenkels hindurchtritt. Daß der Hiatus von beiden Pfeilern umrandet wird, gilt nach

ABERLAH (1911) auch für Schwein und Schaf. Die den Speise-
renschlitz begrenzenden Pfeiler vereinigen sich ventral vom
sophagus wieder; nur beim Schaf bleibt diese Wiedervercini-
ung aus. Für das Schwein ist die Umrandung durch beide Schenkel
in von SCHMALTZ (1897), EILENBERGER-BAUM (1900) und von
ARTIN (1912—23) beschrieben. Nach SCHMALTZ ist es bei den
igen Haustieren insofern anders, als der Hiatus aorticus, der
st zwischen den beiden Crura medialia liegt, hier zwischen dem
us laterale sinistrum und Crus mediale sinistrum liegt, während
letztere mit dem Crus mediale dextrum verschmilzt. Doch
rd der Hiatus oesophageus sowohl beim Pferd, als auch bei den
iederkäuern von beiden Crura medialia gebildet. Auch sagt schon
RAUS-DURCKHEIM (1845) von der Katze, daß die Aorta durch
en Spalt des linken Pfeilers hindurchtritt, während der Oeso-
agusschlitz von beiden Pfeilern gebildet wird; dabei liegt der
iatus oesophageus ganz und gar in der Medianlinie des Körpers,
ihrend er beim Menschen mehr nach links verschoben ist, was
rzlich auch von HEIDSIECK (1928) in der Mehrzahl der von ihm
ntersuchten Fälle gefunden wurde. Für die Vertebraten im all-
meinen gibt OWEN (1868) an, daß sich die beiden Pfeiler durch-
euzen, bevor sie den Hiatus oesophageus bilden. Das Zwerchfell
i das Hauptcharakteristikum der Säugetiermyologie, das als
lches beim Menschen nicht vollständiger ausgebildet wäre als
ei den Monotremen. In den Hauptlehrbüchern der menschlichen
natomie wird die Pars lumbalis ebenfalls so beschrieben, daß
eide Schenkel nach einer Kreuzung zwischen Aorta und Oeso-
agus den Hiatus bilden. Auf abweichende Ansichten einiger
utoren wird unten noch näher eingegangen werden, der von
ANGENBECK ist oben schon Erwähnung getan.

Was nun die Lage der beiden kreuzenden Bündel angeht, so
ndet sich für die Haussäugetiere bei ELLENBERGER-BAUM (1900)
e unbestimmte Angabe, daß sich die beiden Pfeiler ventral von
em Aortenschlitz miteinander vereinigen. Ebenso spricht OWEN
868) in seinem Werk über die Vertebraten nur von einer Durch-
euzung der beiden Pfeiler, desgleichen für den Menschen HILDE-
RANDT-WEBER (1830), ROSENMÜLLER (1840), v. HOLLSTEIN (1873)
nd GEGENBAUR (1895). HENLE (1871) gibt an, daß das von links
ommende Bündel »unregelmäßig bald an der oberen, bald an
er unteren Fläche verläuft«. Nach POIRIER (1896) liegt am
äufigsten das linke Bündel an der unteren Fläche, wie es schon

Albinus beschrieben habe; doch oft kreuze es auch über dem rechten an der oberen Fläche, was von Bichat und verschiedenen anderen Autoren für normal angesehen würde. Sappey (1869) jedoch erklärt das letztere für die Ausnahme, während nach Cruveilhier (1862) das von rechts kommende Bündel stets vor dem schwächeren linken liegt. Die Ansicht Cruveilhiers wird auch allgemein von den amerikanischen und englischen Autoren vertreten, wie Harrison (1847; s. Fig. 50 in Verbindung mit Text), Knox (1853), Wilson (1853), Richardson (1854), Quain (1876), Gray (1890), Cunningham-Robinson (1914). Ebenfalls sagt schon Meckel (1816), daß bei der Kreuzung das rechte Bündel unter dem schwächeren linken liegt. Nach Eisler (1912) überkreuzt das von links kommende Bündel dorsal den rechten Schenkel. Stadtmüller und Stenzel (1926) fanden allerdings bei den Zwerchfellen, die sie zu Gruppe 1 zusammenfaßten, stets das linke Bündel unter dem rechten liegend. Das linke vor dem rechten kreuzend beschreiben auch M. J. Weber (1839), Theile (Sömmering) (1841), Krause (1876), Morel und Duval (1883; s. Fig. 178), Eppinger (1904). Testut (1899) sagt dasselbe, jedoch mit dem Zusatz »mais non toujours«.

Während von den bisher genannten Autoren die Überkreuzung der beiden Bündel, die dann gemeinsam nach ihrer Kreuzung den Hiatus oesophageus umranden, als das normale Verhalten geschildert wurde, so finden sich jedoch einige andere Autoren, die entschieden von dieser Ansicht abweichen und behaupten, der Hiatus würde ausschließlich vom rechten Zwerchfellschenkel gebildet. Haberlah (1911) sagt, daß beim Pferd, Kalb und der Ziege das Foramen oesophageum nicht von beiden Pfeilern, sondern nur vom rechten gebildet wird; die die Pfeiler trennende Sehne verläuft dann links am Speiseröhrenschlitz vorbei. Bei 50 Schweinen wurde der gleiche Befund allerdings nur ein einziges Mal erhoben, während der Hiatus sonst stets von beiden Schenkeln gebildet wurde. Für das Pferd wird allgemein angegeben, daß das Foramen oesophageum im rechten Schenkel liegt, so von Günther (1866), Ellenberger-Baum (1897, 1900), Martin (1912—23), für alle Haustiere von Leyh (1850), Chauveau (1857) und Sussdorf (1895). Daß der Hiatus nur vom rechten Schenkel gebildet wird, ist nach Le Double (1897) die Regel bei der Katze, beim Fuchs, Meerschweinchen, Maulwurf und Esel; beim Hund und beim Schwein vereinigten sich die beiden Schenkel, die in der Höhe des Foramen

rticum gut abzugrenzen wären, zwischen dem Foramen aorticum
l oesophageum so, daß es schwer wäre zu entscheiden, ob der
sophagus zwischen beiden Pfeilern hindurchgehe, wie Rigot
haupte, oder das Foramen oesophageum nur vom rechten Schenkel
ildet würde, wie sich Chauveau mehrmals überzeugen konnte.
ch den Befunden von Bertelli (1895) ist der Durchtritt des
sophagus durch die Bündel des rechten Pfeilers, ohne daß sich
linke Pfeiler an der Bildung des Hiatus oesophageus beteiligt,
mal bei den »Perissodactyla, Artiodactyla, Rodentia, einigen
nivoren, einigen Insektivoren und einigen Primaten. Beim
enschen durchquert der Oesophagus nicht selten den rechten
feiler«. Von den Primaten sagt Kohlbrügge (1897), daß der
chte Schenkel einen Teil seiner Fasern zur Umrandung des
iatus aorticus nach links hinübersende, während er nichts von
nem von links nach rechts ziehenden Bündel erwähnt. Hiernach
uß also der Hiatus oesophageus nur von Fasern des rechten
henkels umrandet werden. Dasselbe wird auch von Sperino (1897)
r den Schimpansen beschrieben. Der Hiatus würde ausschließlich
n Bündeln des rechten Pfeilers begrenzt, die sich auseinander
preizten, um den Oesophagus aufzunehmen, im ganzen wäre
r Hiatus oval, die Ränder wären abgerundet und sehr fest.
eider könne der Verfasser bei den wenigen Daten, die ihm zur
erfügung ständen, nicht feststellen, ob die kleinen Unterschiede
wischen dem Zwerchfell des untersuchten Schimpansen und dem
es Menschen konstant und charakteristisch für die Anthropoiden
i. »Es ist jedoch sicher, daß es sich der allgemeinen Merkmale
egen mehr dem des Menschen als dem der niederen Affen nähert.«
ür den Menschen wird schon von Rosenmüller (1840) an-
egeben, daß das Foramen oesophageum bisweilen nur von Fasern
es sich spaltenden Crus lumbale dextrum umgeben würde, was
uch von Le Double (1897) bestätigt wird. Ebenfalls schreibt
ppinger (1911), es käme oft vor, daß das Foramen oesophageum
ur vom rechten Schenkel gebildet würde; das Fehlen des linken
chenkels, was häufig beobachtet würde, sieht er als Anomalie an.
uinane (1924) veröffentlicht einen Fall, bei dem der Hiatus
esophageus nur vom rechten Crus lumbale gebildet wird, während
as linke ganz minimal entwickelt ist, »ein Beispiel für die con-
enitale Unzulänglichkeit der linken Diaphragmaseite«. Low (1908)
nd bei 25 Erwachsenen (17 männlichen, 8 weiblichen) und 5 Neu-
eborenen in den meisten Fällen kein Bündel, das vom linken

Zwerchfellschenkel über die Mittellinie zum rechten Rand des Hiatus oesophageus ging. In allen Fällen gab der rechte Schenkel ein 10—15 mm breites Muskelbündel ab, das über die Mittellinie nach links zog und den linken Rand des Foramen oesophageum bildete. Nur bei 4 Präparaten zweigte sich vom Innenrande des linken Schenkels ein schmales, dünnes Bündel ab, um vor der Aorta auf die rechte Seite zu gehen, die Fasern der rechten Zwerchfellhälfte zu durchkreuzen und in der Gegend des Foramen venae cavae zu enden. Mit dem Rande der Speiseröhrenöffnung hatten die Bündel nichts zu tun! Der Hiatus oesophageus wird ausschließlich vom rechten Zwerchfellschenkel gebildet. Auch nach Zurhelle (1904) wird beim normal entwickelten Zwerchfell der Spalt für den Hiatus oesophageus nur vom rechten Schenkel eingefaßt. Dasselbe sagt Eisler (1912) mit der Angabe, das vom linken Schenkel kommende Bündel überkreuze dorsal den rechten Schenkel, ohne sich jedoch an der Begrenzung des Hiatus zu beteiligen; auch wären die oft links an dem Sehnenbogen des Hiatus aorticus entspringenden und rechts den Oesophagus begrenzenden Fasern häufig dem rechten Schenkel zuzurechnen, indem sie nur nach links verschoben wären. Analoge Abbildungen geben Cruveilhier (1862), Beaunis und Bouchard (1868), Henle (1871), Quain (1876) und Rauber (1902). Stadtmüller und Stenzel (1926) fanden, wie früher schon erwähnt, bei den 25 Fällen, wo der Hiatus nur vom rechten Schenkel gebildet wurde, in 10 Fällen ein dorsal von links nach rechts kreuzendes Bündel, das sich aber nicht an der Begrenzung des Hiatus beteiligte, während in 15 Fällen ein linkes Bündel gänzlich fehlte; bei 2 Präparaten wurde dadurch ein linkes Bündel vorgetäuscht, indem ein Teil des rechten Schenkels über die Medianlinie nach links verschoben war.

Aus der Zusammenstellung der Literatur ergibt sich mancher Widerspruch, für einige Formen aber auch Einigkeit der Anschauung. Einen Überblick über die bisher gewonnenen Befunde mag der auf S. 446–447 beigegebenen Tabelle entnommen werden. Dort sind alle von mir ermittelten Befunde durch Fettdruck hervorgehoben, ältere Angaben in gewöhnlichem Druck zugesetzt oder eingesetzt.

Besprechung der eigenen Präparate.

Bei der Besprechung meiner eigenen Präparate gehe ich so vor, daß ich einen kurzen Überblick über die Stammesgeschichte

der betreffenden Form gebe, dann noch einmal in aller Kürze die Angaben älterer Autoren zusammenfasse und daran meinen eigenen Befund anschließe.

Die Präparate sind in dorsaler und ventraler Ansicht abgebildet; die dorsale Zwerchfellfläche ist in den Abbildungen mit *a*, die ventrale mit *b* bezeichnet. Die beiden Zwerchfellschenkel sind an der Wirbelsäule durchschnitten; der Hiatus aorticus ist nach unten offen wiedergegeben, vollkommen geschlossen gezeichnet sind der Hiatus oesophageus und das Foramen venae cavae. Die Grenze der Muskelfaserung stellt den Übergang in das Centrum tendineum dar (s. Abb. 1).

I. Marsupialia.

Als primitivster Vertreter der Säugetiere stand mir ein Exemplar von Didelphys specialis zur Verfügung.

Über die Stammesgeschichte der Beuteltiere ist bisher nur Weniges bekannt. Sie stellen eine sehr alte Gruppe der Säugetiere dar, sind aber gegenüber den Placentalia in der Stammesgeschichte von geringerer Bedeutung. Die Trennung der Marsupialia und Placentalia ist eine so scharfe, daß sie aller Wahrscheinlichkeit nach schon bei der Abspaltung der Säuger von den Reptilien vor sich gegangen ist. Beuteltiere finden sich jetzt noch in Australien, wo sie in den mannigfaltigsten Formen entwickelt sind. Sonst leben nur noch in Amerika, besonders Südamerika, Beuteltiere, und zwar ausschließlich die Gruppe der Didelphidae. In allen übrigen Erdteilen fehlen sie, sind jedoch fossil im Oligozän und Miozän dort gefunden worden.

Über das Zwerchfell der Marsupialia findet man in der Literatur keine speziellen Angaben. Nur R. Owen sagt in seinem Buch über die Wirbeltiere, daß das Zwerchfell das Hauptcharakteristikum der Säugetiermyologie sei und als solches beim Menschen nicht vollständiger ausgebildet sei als bei den primitivsten Formen (Monotremen). Nach Owen gilt für die Mammalier allgemein eine Durchkreuzung beider Pfeiler zwischen Oesophagus und Aorta.

Ich fand bei der Präparation des Zwerchfells einer Beutelratte (Didelphys specialis) folgende Verhältnisse (s. Abb. 1): Das rechte Bündel der Pars lumbalis ist erheblich stärker entwickelt als das linke. Es geht aus einem starken Sehnenstrang

hervor, der sich besonders deutlich an der ventro-kaudalen Fläche des Zwerchfells bis zum Hiatus oesophageus fortsetzt. Von diesem sehnigen Strang entspringen reichlich Muskelfasern, die breit in das Centrum tendineum ausstrahlen und den ovalen Speiseröhrenschlitz zwischen sich fassen. Das linke Bündel ist im Gegensatz zum rechten nur sehr schwach entwickelt. Es schließt sich in

Abb. 1 a.
Beutelratte (dorsale Ansicht).

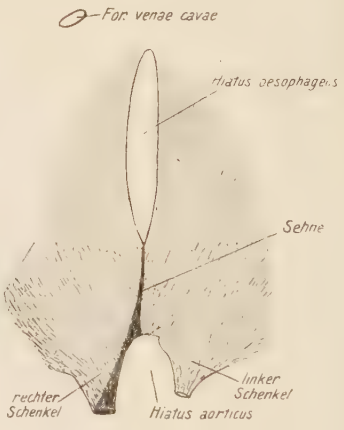

Abb. 1 b.
Beutelratte (ventrale Ansicht).

seinem Verlaufe dem rechten an, ohne daß es zu einer Kreuzung käme. Der Hiatus oesophageus wird ausschließlich von Muskelelementen des rechten Schenkels umrandet.

II. Placentalia.

1. Insectivora.

Die Insektivoren gehören zweifellos zu den primitivsten Formen der Placentalia. Sie sind wahrscheinlich schon in der Trias vorhanden und auf das engste an die Pantotheria der oberjurassischen Ablagerungen Nordamerikas und Englands anzuschließen. Sehr weit zurück reichen die Erinaceidae, die man bereits im Untermiozän Europas gefunden hat.

Über das Zwerchfell der Insektivoren sagt Bertelli, daß bei einigen Insektivoren der Hiatus oesophageus nur von Muskelbündeln des rechten Zwerchfellpfeilers umrandet wird, während sich der linke Pfeiler nicht an der Bildung des Hiatus beteiligt. Das gleiche Verhalten ist nach le Double die Regel beim Maulwurf.

Mir ergab die Präparation des Zwerchfells eines Igels (Erinaceus europaeus) folgendes (s. Abb. 2): Die Zwerchfellpfeiler sind ziemlich stark ausgebildet; der rechte übertrifft an Stärke bei weitem den linken. Im rechten Schenkel läßt sich wie bei der Beutelratte ein Sehnenstrang verfolgen, der bis zum Hiatus oesophageus verläuft. Der ovale Hiatus wird beiderseits von den kräftigen Muskelbündeln des rechten Pfeilers umrandet, die sich jedoch nicht wieder ventral vom Hiatus vereinigen, sondern sich schon vorher im Centrum tendineum verlieren. Der Hiatus bekommt also so einen sehnigen ventralen Abschluß durch das Centrum tendineum. Der bei weitem geringer entwickelte linke Zwerchfellpfeiler schließt sich ventral

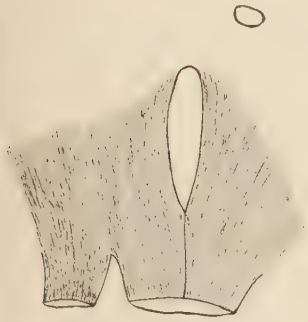

Abb. 2a.
Igel (dorsale Ansicht).

Abb. 2b.
Igel (ventrale Ansicht).

vom Aortenschlitz dem rechten Pfeiler an und bleibt in seinem Verlauf weit vom Hiatus oesophageus entfernt, entsendet auch keine Kreuzungsfasern zum Hiatus.

Beim Maulwurf (Talpa europaea) fand ich ganz die gleichen Verhältnisse wie beim Igel, nur ist die Muskulatur viel schwächer entwickelt. Der Hiatus wird ausschließlich vom rechten Schenkel gebildet.

2. Carnivora.

Die Carnivoren leiten sich unmittelbar von den Insektivoren ab. Sie erscheinen zuerst im Oligozän, wo sie besonders in Europa schon in den mannigfaltigsten Formen vertreten waren. Die heute lebenden Carnivoren stammen von den Miacidae ab, einer Form der Eucreoidi, deren Blütezeit in das Eozän fällt.

Über das Zwerchfell der Carnivoren im allgemeinen schreibt ABERLAH, daß bei ihnen die Pars lumbalis ganz gleichmäßig

wäre, während sie sonst nach Tierart und Individualität recht verschieden ausgebildet wäre; so gelte für die Carnivoren, daß beide Pfeiler gleich stark wären. Der Hiatus oesophageus wird bei allen Carnivoren nach Schmaltz und Ellenberger-Baum von beiden Pfeilern umrandet, während nach Bertelli bei einigen Carnivoren nur der rechte Pfeiler den Hiatus bildet.

Bei 21 Carnivoren, die ich untersuchte, fand ich in jedem Falle den Oesophagus durch den rechten Zwerchfellschenkel hindurchtreten, wie ich unten noch im einzelnen ausführen werde.

a) Canidae.

Die Canidae treten zuerst im Obereozän Nordamerikas und Europas auf. Sie haben sich in der Hauptsache von Nordamerika aus fast über alle Erdteile verbreitet.

Abb. 3a.
Fuchs (dorsale Ansicht).

Abb. 3b.
Fuchs (ventrale Ansicht).

In der Literatur findet sich über das Zwerchfell des Fuchses bei le Double die Angabe, daß der Hiatus oesophageus in der Regel nur vom rechten Schenkel gebildet würde. Die gleichen Verhältnisse konnte Chauveau beim Hund feststellen, während nach Rigot der Oesophagus zwischen beiden Schenkeln hindurchtreten soll. Auch nach Bucher und Haberlah wird der Speiseröhrenschlitz beim Hund von beiden Pfeilern umrandet, die, wie Haberlah schreibt, beide gleich stark sind; Winckler jedoch fand stets den rechten Schenkel stärker entwickelt als den linken.

Ich präparierte die Zwerchfelle von 7 Hunden und einem Fuchs, wobei ich folgendes fand: Auch beim Fuchs (Canis vulpes) wird wie bei den oben besprochenen Präparaten der Hiatus oesophageus ausschließlich vom rechten Zwerchfellpfeiler gebildet (s. Abb. 3). Der rechte Schenkel ist hier ebenfalls durch einen Sehnenstrang ausgezeichnet, von dem sich fleischlich Muskelbündel entspringen. Dieses sehnige Bündel trägt auf einer kurzen Strecke seines Verlaufes zur Begrenzung des Hiatus aorticus bei, wendet sich dann aber bald dem Hiatus oesophageus zu, bis zu dem es sich jedoch nicht ganz verfolgen läßt.

Abb. 4a.
Hund (dorsale Ansicht).

Abb. 4b.
Hund (ventrale Ansicht).

Der linke Zwerchfellpfeiler ist schwächer als der rechte und nimmt nicht an der Bildung des Hiatus oesophageus teil, sondern schließt sich den nach links ziehenden Fasern des rechten Pfeilers an, mit denen es gemeinsam ins Centrum tendineum ausstrahlt.

Beim Hund (Canis familiaris) fand ich das gleiche Verhalten wie beim Fuchs (s. Abb. 4—5). Der Hiatus oesophageus wird nur von Muskelfasern des rechten Pfeilers umgeben, die wieder von einem Sehnenstrang entspringen, der wie beim Fuchs einen Teil des Foramen aorticum bilden hilft, sich in verschiedenen Fällen bis zum Hiatus oesophageus gut verfolgen läßt (s. Abb. 4—5). Am meisten ist Abb. 4 dem Präparat des Fuchses ähnlich, von dem es sich nur dadurch unterscheidet, daß der Sehnenstrang des rechten Schenkels bis zum Hiatus durchgeht.

Alle anderen Präparate vom Hund (s. Abb. 5) zeigen die Eigentümlichkeit, daß das Foramen aorticum ganz und gar sehnig begrenzt ist. Von diesem sehnigen Rand entspringen nach beiden Seiten Muskelfasern der Zwerchfellschenkel, so daß man bei der Präparation der ventro-kaudalen Fläche des Zwerchfells den Eindruck gewinnt, daß der Hiatus von beiden Schenkeln gebildet würde. Diese Annahme erweist sich aber als irrig; denn bei dem Studium der dorso-kranialen Zwerchfellfläche erkennt man einwandfrei an dem Sehnenstrang des rechten Schenkels, der bis zum Hiatus durchgeht, daß die Muskelbündel nahe des Hiatus, die an der ventro-kaudalen Fläche zum linken Schenkel gerechnet werden könnten, dem rechten Schenkel angehören. Kreuzungs-

Abb. 5a.
Hund (dorsale Ansicht).

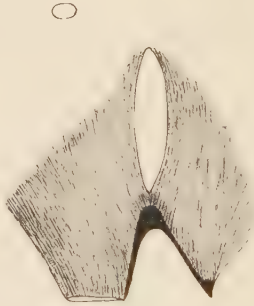

Abb. 5b.
Hund (ventrale Ansicht).

fasern von links nach rechts, die man eventuell an der ventro-kaudalen Fläche vermuten könnte, ließen sich nicht nachweisen, so daß auch beim Hund der Speiseröhrenschlitz nur von Muskelfasern des rechten Zwerchfellschenkels eingefaßt wird. Der linke Schenkel ist immer schwächer als der rechte.

b) Felidae.

Die Felidae schließen sich in ihren primitivsten plantigraden Formen sehr nahe an die Viverriden bzw. Caniden an, sind aber stark spezialisiert.

Vom Zwerchfell der Katze sagt Haberlah, daß beide Pfeiler gleich stark ausgebildet sind, während nach Haack und Winckler stets der rechte der bei weitem stärkere ist. Der Hiatus oesophageus liegt nach den Angaben von Haberlah, Martin und Straus-Durckheim bei der Katze zwischen beiden Pfeilern,

Während LE DOUBLE es als die Regel bezeichnet, daß der Hiatus nur vom rechten Schenkel gebildet wird.

Mir standen zwei Tigerkatzen (Felis serval) und 6 Hauskatzen (Felis domestica) für die Präparation zur Verfügung.

Abb. 6a.
Tigerkatze (dorsale Ansicht).

Abb. 6b.
Tigerkatze (ventrale Ansicht).

Alle 8 Zwerchfelle weisen sehr einfache Verhältnisse auf. Die Zwerchfelle der beiden Tigerkatzen sind fast gleich dem des Fuchses (s. Abb. 6). Auch bei ihnen wird der Hiatus nur vom rechten Zwerchfellschenkel gebildet, während der schwä-

Abb. 7a.
Katze (dorsale Ansicht).

Abb. 7b.
Katze (ventrale Ansicht).

chere linke mit dem Hiatus nicht in Beziehung tritt. Ein Sehnenstrang des rechten Pfeilers fehlt bei einem Tier gänzlich, während er beim andern zwar vorhanden, aber nur sehr zart entwickelt ist.

Die 6 Präparate von der Hauskatze gleichen vollkommen denjenigen des Hundes Abb. 4 (s. Abb. 7). Ebenso wie dort ist hier nur der rechte Schenkel an der Bildung des Hiatus beteiligt,

während der linke, der auch bei der Katze weniger gut entwickelt ist als der rechte, nichts mit der Umrandung des Hiatus zu tun hat. Auch findet sich bei der Katze ein bis zum Hiatus durchgehender Sehnenstrang des rechten Pfeilers, der wie beim Hund auf seinem Verlauf zum Teil zur Begrenzung des Hiatus aorticus beiträgt.

Hat Owen recht, wenn er sagt, daß das Zwerchfell das Hauptcharakteristikum der Säugetiermyologie sei, so ist man berechtigt, die Ähnlichkeit des Zwerchfells der Caniden und Feliden auf die nahe Verwandtschaft beider Familien zurückzuführen. Schließen sich doch die Feliden in der Stammesgeschichte unmittelbar an die Caniden an.

c) Ursidae.

Die Ursidae sind erst im Miozän Europas gefunden. Offenbar sind sie nicht wie viele andere Raubtiere nordamerikanischen.

Abb. 8a.
Brauner Bär (dorsale Ansicht).

Abb. 8b.
Brauner Bär (ventrale Ansicht).

sondern asiatischen Ursprungs. Stammesgeschichtlich gehen sie aus den Caniden hervor.

In der Literatur findet sich nur eine Beschreibung des Zwerchfells von Ursus americanus, wo Testut angibt, daß der Hiatus oesophageus vom linken Zwerchfellschenkel gebildet würde, der auch viel stärker sei als der rechte.

Ich fand beim braunen Bär (Ursus arctos), daß der Hiatus oesophageus im rechten Schenkel gelegen ist (s. Abb. 8). Die Zwerchfellmuskulatur ist sehr kräftig entwickelt, wobei der rechte Schenkel den linken an Mächtigkeit übertrifft.

rechte Schenkel sendet ein verhältnismäßig schmales Bündel linken Seite hinüber, das sich an den medialen Rand des en Schenkels anlegt und so den linken Schenkel vom Hiatus phageus trennt. Der Hiatus ist daher nur von Muskelbündeln rechten Schenkels umgeben.

Auch beim Eisbären (Ursus maritimus) beteiligt sich der rechte Zwerchfellpfeiler an der Bildung des Hiatus. Das rchfell des Eisbären unterscheidet sich in nichts von dem braunen Bären; nur ist die Muskulatur nicht so kräftig ausildet. Auch hier geht ein schmales Bündel von rechts nach s, um links den Rand des Hiatus zu bilden, so daß auch beim

Abb. 9a.
Malayenbär (dorsale Ansicht).

Abb. 9b.
Malayenbär (ventrale Ansicht).

sbären der Oesophagus durch den rechten Schenkel ndurchtritt, der stärker ist als der linke.

Das Zwerchfell des Malayenbären (Ursus malayensis) gleich dem der Hauskatze und des Hundes (s. Abb. 9). Der hte Schenkel weist einen bis zum Hiatus durchgehenden Sehnenang auf, wie es ebenso bei Katze und Hund der Fall ist. Er det auch hier ein schmales Bündel nach links zur Begrenzung s Hiatus hinüber, durch das der weniger stark ausgebildete linke henkel vom Hiatus abgedrängt wird. Der Hiatus wird also enfalls nur vom rechten Schenkel gebildet.

d) Procyonidae.

Die Procyonidae sind nordamerikanischen Ursprungs; sie rden zuerst im Untermiozän von Kolorado ermittelt.

In der Literatur finden sich über das Zwerchfell der Waschbären keine Angaben.

Das Zwerchfell des Waschbären (Procyon lotor) zeigt den gleichen Bau wie das des Malayenbären, der Katze und des Hundes (s. Abb. 10). Wiederum ist nur der rechte Zwerchfellschenkel an der Bildung des Hiatus beteiligt, indem von ihm ein Muskelbündel nach links hinüberzieht. Die Muskelfasern des rechten Schenkels entspringen von einem Sehnenstrang, der ziemlich stark entwickelt ist; jedoch ist nur an der ventro-kaudalen Fläche ein zarter Strang bis zum Hiatus reichend erkennbar. Als Besonderheit ist bei dem Zwerchfell, das ich untersuchte, zu bemerken, daß das nach links ziehende Bündel des rechten Schenkels

Abb. 10a.
Waschbär (dorsale Ansicht).

Abb. 10b.
Waschbär (ventrale Ansicht).

etwas den linken Schenkel überlagert. Dadurch kommt ein kleiner Teil des linken Schenkels unter den rechten zu liegen, der jedoch nicht in seinem weiteren Verlaufe mit dem Rand des Hiatus in Beziehung tritt, sondern einige Zentimeter von ihm entfernt zum Centrum tendineum zieht. Nur Muskelbündel des rechten Schenkels bilden die Umrandung des Hiatus.

3. Pinnipedia.

Die Phocidae kennt man seit dem Miozän, die Otariidae aus dem Tertiär und Quartär Nord- und Südamerikas, während die Trichechidae erst im Pliozän nachgewiesen wurden. Wahrscheinlich hat man in den drei Familien drei ganz verschiedene Zweige vor sich, die schon von Anfang an getrennt sind und untereinander in keinem direkten genetischen Zusammenhang stehen. Bisher hat die Paläozoologie nichts dazu beitragen können, inwiefern die

anipedia mit den Carnivoren verwandt sind. Vielleicht leiten sich von amphicyonähnlichen Caniden her, während sie andererseits auch mit den Ursiden Beziehungen aufweisen.

Über die Pars lumbalis des Zwerchfells der Robben findet sich der Literatur nichts.

Mir standen zur Präparation die Zwerchfelle eines Seelöwen und zweier Seehunde zur Verfügung.

Der Seelöwe (Otaria Stelleri), den ich untersuchte, zeigt eine stark ausgebildete Zwerchfellmuskulatur (s. Abb. 11). Beide Pfeiler sind sehr kräftig entwickelt und annähernd gleich groß. Betrachtet man die dorso-kraniale Fläche des Zwerchfells, so be-

Abb. 11a.
Seelöwe (dorsale Ansicht).

Abb. 11b.
Seelöwe (ventrale Ansicht).

merkt man, daß beide Schenkel Kreuzungsfasern zur anderen Seite hinübersenden. Bei dieser Kreuzung liegen die Muskelbündel des linken Schenkels unter (ventro-kaudal) denen des rechten. Das von rechts kommende Kreuzungsbündel läßt sich sehr gut isolieren, während die von links kommenden Fasern sich nicht so schön herauspräparieren lassen. Das gut abzugrenzende rechte Bündel liegt dem rechten Schenkel auf und entspringt einigen starken Sehnenzügen, die dem rechten Schenkel anliegen. Auch das linke Kreuzungsbündel geht aus solchen Sehnenzügen hervor. Am rechten Rand des Hiatus oesophageus fällt ein schmaler Muskelzug auf, der von der benachbarten Muskulatur scharf abgesetzt ist. Von der dorso-kranialen Fläche aus gesehen scheint er dem von links her kreuzenden Bündel anzugehören. Präpariert man jedoch die ventro-kaudale Fläche, so ergibt sich

ein überraschender Befund. Man sieht wieder die von links und rechts kreuzenden Bündel, das linke ventro-kaudal vom rechten gelegen, und am rechten Schenkel folgende Besonderheit: Schon früh läßt sich am medialen Rand des rechten Schenkels ein zarter Muskelzug isolieren, der vor (ventral) der Aorta nach links hinüberzieht und in die Muskulatur des linken Schenkels ausstrahlt. Bei dieser Kreuzung liegt das Bündelchen ventro-kaudal von dem Kreuzungsbündel, das der linke Schenkel nach rechts hinüberschickt. Bevor dieser kleine Muskelzug das linke Kreuzungsbündel überschritten hat, spaltet sich von ihm ein zweites Bündelchen ab,

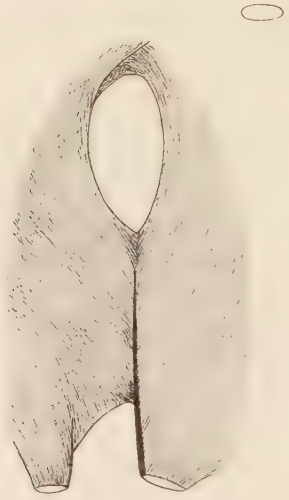

Abb. 12a.
Seehund (dorsale Ansicht).

Abb. 12b.
Seehund (ventrale Ansicht).

das sich dem linken Rand des linken Kreuzungsbündels anschließt und mit ihm zum Hiatus oesophageus zieht. Es kommt so zwischen Hiatus und die von links kreuzenden Muskelfasern zu liegen, so daß der rechte Rand des Hiatus von diesem kleinen Muskelbündel gebildet wird, das ursprünglich vom rechten Schenkel abstammt. So wird auch hier der Hiatus oesophageus nur von Muskelfasern des rechten Zwerchfellpfeilers umschlossen.

Auch beim Seehund (Phoca vitulina) (s. Abb. 12) ist die Zwerchfellmuskulatur sehr ansehnlich entwickelt, jedoch überwiegt der rechte Zwerchfellpfeiler bei weitem den linken an Stärke. Der Hiatus oesophageus ist ganz im rechten Schenkel gelegen, die Muskulatur des linken bleibt in ihrem

Verlauf weit vom Hiatus entfernt. Die Muskelfasern des linken Schenkels entspringen wie bei Hund und Katze von einem Sehnenbündel, das zum Teil zur Begrenzung des Hiatus aorticus beiträgt und in seinem Verlauf bis zum Hiatus oesophageus gelangt. Bei einem von den beiden Tieren, die ich untersuchte, zeigt der linke Schenkel insofern eine Besonderheit, als der sehnige Ursprung zum Teil nach links hinübergreift, wie es auch von Eisler im Menschen beschrieben ist. Der Rand des Hiatus aorticus ist hier vollkommen sehnig und dient der Muskulatur der Zwerchfellschenkel als Ursprung. Dabei sind Muskelbündel des rechten Schenkels nach links hinüber verschoben, wie es bei diesem Tier besonders gut an der ventro-kaudalen Zwerchfellfläche zu erkennen ist. An der dorso-kranialen Fläche sieht man in Höhe des Hiatus aorticus deutlich den kleineren linken Zwerchfellpfeiler vom rechten abgegrenzt, während sich seine Muskelfasern in ihrem weiteren Verlauf denen des rechten Pfeilers anschließen. Zu einer Durchkreuzung kommt es dabei nicht.

4. Edentata.

Über die Stammesgeschichte der Edentaten der Alten Welt ist trotz Resten aus dem Tertiär Europas nichts Bestimmtes bekannt. Jedenfalls sind sie sehr alt, doch besteht noch große Unsicherheit betreffs ihrer Beziehungen zu bekannten primitiven Ungern. Sehr wahrscheinlich lassen sie sich von den Tillodontia ableiten, aus denen andererseits die Rodentia entstehen. Vielleicht stammen die Edentata von den Calamodontidae ab, einer Familie der Tillodontia. Die Tillodontia zeigen sehr nahe Beziehungen zu den Insektivoren und Carnivoren, so daß Cope vorgeschlagen hat, diese verschiedenen Formen der Krallentiere zu der Gruppe der Bunotheria zusammenzufassen. Diese Gruppe der Bunotheria schließe sich zugleich den primitivsten Ungulata, den Condylarthra, und den primitivsten Primates, den Prosimiae, anreihen. Wie nahe verwandt sind also die wahrscheinlich von allen diesen primitiven Ordnungen des Mammalierstammes herzuleitenden, sehr differenzierten modernen Ordnungen der Mammalier wie Carnivora, Edentata, Rodentia, Primates und Ungulata!

Das Zwerchfell der Edentaten ist in der Literatur noch nicht näher beschrieben.

Ich präparierte das Diaphragma eines afrikanischen Erdferkels (Orycteropus capensis), das den gleichen Bau wie

das der Ursiden aufweist (s. Abb. 13). Der Hiatus oesophageus wird ausschließlich vom rechten Zwerchfellschenkel gebildet, der viel kräftiger entwickelt ist als der linke. Vom rechten Schenkel zieht ein mäßig starkes Bündel zur linken Seite hinüber und formt den linken Rand des Hiatus oesophageus, während der linke Schenkel durch das Bündel des rechten vom Hiatus abgedrängt wird.

5. Rodentia.

Die Rodentia haben sich aller Wahrscheinlichkeit nach schon sehr früh von den Insektivoren bzw. Tillodontia abgezweigt und stellen mit diesen, als auch den Edentata, die ältesten Säugetiere dar, die bereits im Unteroligozän Europas auftreten.

Abb. 13a.
Afrikanisches Erdferkel (dorsale Ansicht).

Abb. 13b.
Afrikanisches Erdferkel (ventrale Ansicht).

Was die Pars lumbalis des Zwerchfells der Rodentia betrifft, so schreibt Bertelli, daß der Oesophagus durch den rechten Zwerchfellpfeiler hindurchtritt, während der linke an der Bildung des Hiatus oesophageus nicht teilnimmt. Dasselbe sagt le Double vom Meerschweinchen. Der rechte Pfeiler ist nach Haack beim Kaninchen und Hasen stets besser ausgebildet als der linke, was nach Winckler auch für das Meerschweinchen gilt.

Die Angaben dieser Autoren fand ich bei 28 Vertretern der Ordnung Rodentia in jeder Beziehung bestätigt. Bei allen 28 Zwerchfellen lag der Spalt für die Speiseröhre im rechten Schenkel, der den linken bei weitem an Größe übertrifft.

a) Sciuridae.

Von der Familie der Sciuridae präparierte ich das Zwerchfell eines Eichhörnchens (Sciurus vulgaris) und das eines

äriehundes (Cynomys ludoriciculus). In beiden Fällen der Hiatus gänzlich im rechten Zwerchfellschenkel, gegenüber dem linken sehr viel kräftiger entwickelt ist. Beim hörnchen (s. Abb. 14) wird der rechte Schenkel durch einen degewebszug, der bis zum Hiatus reicht, in zwei gleich starke

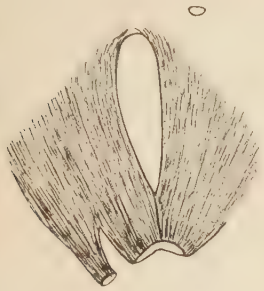

Abb. 14a.
Eichhörnchen (dorsale Ansicht).

Abb. 14b.
Eichhörnchen (ventrale Ansicht).

uskelbündel geteilt, die den Hiatus zwischen sich fassen. Präratorisch läßt sich der rechte Schenkel sehr leicht in diese beiden ündel zerlegen. Der schmale linke Schenkel schließt sich dem chten an, ohne an den Hiatus heranzukommen. Beim Prärie

Abb. 15a.
Präriehund (dorsale Ansicht).

Abb. 15b.
Präriehund (ventrale Ansicht).

und (s. Abb. 15) ist der rechte Schenkel nicht so symmetrisch zwei Muskelbündel geteilt, sondern er sendet zur Bildung des iatusrandes ein Bündel zur anderen Seite hinüber, das dem rigen Teil des rechten Schenkels am Ursprung dorso-kranial fgelagert ist und einem kräftigen Sehnenfaszikel entspringt. er linke Schenkel ist auch hier sehr schmal und dünn; seine uskelfasern bleiben weit vom Hiatus entfernt.

b) Leporidae.

An Vertretern der Leporiden untersuchte ich einen Hasen und 12 Kaninchen.

Das Zwerchfell des Hasen (Lepus europaeus) gleicht vollkommen dem der Felidae (s. Abb. 16). Wie dort findet sich hier im rechten Schenkel, der stärker ist als der linke, ein Sehnenstrang, der den Hiatus aorticus bilden hilft und der Muskulatur des rechten Schenkels als Ursprung dient. Dieser Sehnenstrang verläuft wie bei den Katzen bis zum Hiatus oesophageus, der wiederum nur vom rechten Schenkel gebildet wird.

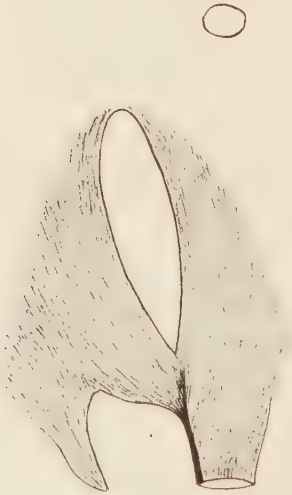

Abb. 16a.
Hase (dorsale Ansicht).

Abb. 16b.
Hase (ventrale Ansicht).

Das Kaninchen (Lepus cuniculus) läßt sich in dem Bau seines Zwerchfells ganz mit dem Präriehund vergleichen (s. Abb. 17). Der stark ausgebildete rechte Schenkel gibt nach links ein kräftiges Muskelbündel ab, das den Hiatus oesophageus von links her begrenzt. Dieses nach links ziehende Bündel verdankt einem gut ausgebildeten Sehnenzug seinen Ursprung, der der dorso-kranialen Fläche des rechten Schenkels am Ursprung aufgelagert ist, so daß das aus ihm hervorgehende Muskelbündel ebenfalls dem rechten Schenkel aufliegt. Infolge dieses vom rechten Schenkel nach links ziehenden Bündels wird der Oesophagus nur von Fasern umschlossen, die dem rechten Schenkel entstammen. Als Besonderheit fand ich bei 5 Kaninchen an der ventro-kaudalen

äche des Zwerchfells Muskelfasern, die aus dem rechten Schen- hervorgehen, sich zu einem schmalen Faszikel zusammen- ließen und zum Foramen venae cavae ziehen, das sie von rechts

Abb. 17a.
Kaninchen (dorsale Ansicht).

Abb. 17b.
Kaninchen (ventrale Ansicht).

er halbmondförmig umgreifen, um sich dann im Centrum tendi- eum zu verlieren. Einen entsprechenden, das Foramen venae avae umgreifenden Muskelzug hat v. d. Hellen in 7 Fällen auch eim Menschen nachweisen können.

c) Myoxidae.

Aus der Familie der Schlafmäuse präparierte ich das Zwerch- ell eines Siebenschläfers (Myoxus glis). Ich fand beim Sieben-

Abb. 18a.
Siebenschläfer (dorsale Ansicht).

Abb. 18b.
Siebenschläfer (ventrale Ansicht).

chläfer die gleichen Verhältnisse wie beim Eichhörnchen (siehe bb. 18). Der rechte Schenkel, in dem der Spalt für die peiseröhre liegt, ist viel besser ausgebildet als der linke, der ich nicht an der Begrenzung des Hiatus oesophageus beteiligt.

Durch einen zarten Bindegewebszug, der am Hiatus endigt, wird der rechte Schenkel in zwei Muskelbündel geteilt, die sich leicht voneinander trennen lassen.

d) Dipodae.

Auch die Wüstenspringmaus (Dipus aegypticus), von der mir 4 Exemplare zur Verfügung standen, unterscheidet sich in nichts vom Eichhörnchen und Siebenschläfer (s. Abb. 19).

Abb. 19a.
Wüstenspringmaus (dorsale Ansicht).

Abb. 19b.
Wüstenspringmaus (ventrale Ansicht).

Wieder der in zwei Bündel geteilte rechte Schenkel, der allein die Bildung des Hiatus besorgt, während der linke nur sehr schwach entwickelt ist und mit seinen Fasern weit vom Hiatus entfernt bleibt.

e) Muridae.

Die Muridae, von denen ich zwei Hamster (Cricetus frumentarius) untersuchte, schließen sich in ihrem Zwerchfell-

Abb. 20a.
Hamster (dorsale Ansicht).

Abb. 20b.
Hamster (ventrale Ansicht).

bau ganz der vorigen Familie an (s. Abb. 20). Auch beim Hamster fand ich den Hiatus oesophageus von den beiden Muskelbündeln des rechten Schenkels umrandet, der den linken

an Größe übertrifft. Der linke Schenkel tritt nicht mit dem tusrand in Beziehung.

f) Subungulata.

An Subungulaten hatte ich 6 Meerschweinchen (Cavia aya) zur Verfügung. Das Zwerchfell weist einen ähnlichen auf wie das der Leporiden (s. Abb. 21) Die Muskelfasern rechten Schenkels entspringen von einem Sehnenstrang, der der Bildung des Foramen aorticum teilnimmt und bis zum tus oesophageus verläuft. Der Hiatus oesophageus wird schließlich von Muskelfasern des rechten Schenkels schlossen, während der schwächere linke durch die vom

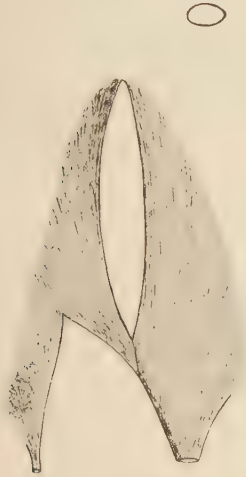

Abb. 21a.
Meerschweinchen (dorsale Ansicht).

Abb. 21b.
Meerschweinchen (ventrale Ansicht).

hten kommenden Muskelfasern vom Hiatus getrennt ist. Bei em Meerschweinchen fand ich auch das von der ventro-kaudalen äche des rechten Schenkels sich loslösende Muskelbündelchen, s zum Foramen venae cavae zieht, wie ich es beim Kaninchen 5 Fällen schon näher beschrieben habe.

6. Ungulata.

Die Huftiere sind schon im unteren Tertiär in viele einzelne ämme gespalten. Die primitivsten Formen, die Condylarthra, schon im ältesten Eozän Nordamerikas vorkommen, stehen n zu jener Zeit lebenden Ordnungen der Land-Placentalia sehr

nahe und leiten sich von den Carnivoren ab. Von den Condylarthra gehen die übrigen Ordnungen der Ungulaten aus.

Über das Zwerchfell der Huftiere findet man in der Literatur die verschiedensten und zum Teil sich widersprechende Angaben. So wird der Hiatus oesophageus nach Ellenberger-Baum, Haberlah, Martin und Schmaltz beim Schwein, nach Haberlah auch beim Schaf und nach Schmaltz beim Pferd und den Wiederkäuern von beiden Zwerchfellschenkeln gebildet. Dabei ist nach Haberlah bei Kalb, Schaf und Ziege der linke Schenkel stärker als der rechte, während sonst allgemein für die Huftiere der rechte als der stärkere beschrieben wird. Daß der Hiatus ausschließlich von Muskelfasern des rechten Schenkels umrandet wird, wird mit geringen Ausnahmen (Schmaltz) von allen Autoren für das Pferd angegeben, von le Double für den Esel. Auch beim Kalb und bei der Ziege liegt nach Haberlahs Angaben der Hiatus oesophageus ganz im rechten Schenkel. Dieses Verhalten ist nach Bertellis Befunden normal sowohl bei den Perissodactyla, als auch bei den Artiodactyla.

Die Zwerchfellpräparate der Huftiere, die ich jetzt näher beschreiben werde, weisen im großen und ganzen die gleichen Verhältnisse auf wie die der Carnivoren. Vielleicht läßt sich diese Ähnlichkeit auf die nahe Verwandtschaft beider Formen zurückführen. Gehen doch die Ungulaten ursprünglich aus primitiven Carnivoren hervor.

a) Artiodactyla.

Suidae.

Das Zwerchfell des Schweines (Sus scrofa domesticus) besitzt eine sehr kräftige Muskulatur (s. Abb. 22). Besonders der rechte Schenkel ist sehr stark ausgebildet im Gegensatz zum linken, der einen schmalen, grazil gebauten Muskel darstellt. Die Muskelfasern des rechten Schenkels, die allein den Rand des Hiatus oesophageus formen, entspringen von einem sehr kräftigen Sehnenbündel, das als zarter Sehnenzug bis zum Hiatus verläuft.

Cervidae.

Auch beim Hirsch (Cervus elaphus) weist das Zwerchfell eine sehr gut entwickelte Muskulatur auf. Wieder ist der rechte Schenkel der stärkere, der allein den Hiatus oesophageus

det, ohne daß vom linken Schenkel Muskelfasern auch nur in Nähe des Hiatus kämen. Im rechten Schenkel findet sich, be-

Abb. 22a.
Schwein (dorsale Ansicht).

Abb. 22b.
Schwein (ventrale Ansicht).

nders an der ventro-kaudalen Fläche, ein bis zum Hiatus reichen-s Sehnenbündel.

Caprae.

Die Ziege (Capra hircus) weicht in manchem in ihrem werchfellbau von den übrigen Ungulaten ab (s. Abb. 23). Der

Abb. 23a.
Ziege (dorsale Ansicht).

Abb. 23b.
Ziege (ventrale Ansicht).

rechte Zwerchfellschenkel ist sehr lang und sehr kräftig, während der kurze linke ihm gegenüber ganz in den Hintergrund tritt, bei dem einen der beiden Tiere, die ich untersuchte, sogar vollkommen durch eine schmale Bindegewebsplatte von ihm getrennt ist. Ein bis zum Hiatus verlaufender Sehnenzug dient den Muskelfasern des rechten Schenkels als Ursprung, die nach beiden Seiten ins Centrum tendineum ausstrahlen, jedoch nur eine geringe Länge aufweisen. Nur zum Teil wird der Hiatus von den letzten Bündeln des rechten Schenkels gebildet, die nicht ganz den vorderen Rand des Hiatus erreichen, so daß hier an ihre Stelle das Centrum tendineum tritt, was man auch sehr häufig bei den Nagern findet, am ausgesprochensten beim Kaninchen.

Das Zwerchfell des Steinbocks (Capra ibex) gleicht wieder ganz dem der übrigen Ungulaten. Auch hier ist nur der rechte Schenkel an der Bildung des Hiatus beteiligt, der ein zentrales Sehnenbündel besitzt, das den Hiatus erreicht. Der linke Schenkel ist sehr schmal und dünn und tritt nicht mit dem Hiatus in Beziehung.

b) Perissodactyla.

Equidae.

Beim Pferd (Equus caballus) liegt der Hiatus ganz in der Muskulatur des rechten Schenkels, der bei weitem

Abb. 24a.
Pferd (dorsale Ansicht).

Abb. 24b.
Pferd (ventrale Ansicht).

massiger entwickelt ist als der linke. Ebenfalls findet sich im rechten Schenkel das bis zum Hiatus durchgehende Sehnenbündel (s. Abb. 24).

7. Primates.

Höchstwahrscheinlich gehen die Primaten aus den Insektiven hervor, doch läßt sich bisher noch nicht sicher feststellen, die beiden Ordnungen zusammenhängen. Sehr nahe stehen Primaten den Condylarthra, so daß Cope, ihr bester Kenner, se wie auch die Hyracoidea, nur für eine Unterabteilung der imaten hält.

Über das Zwerchfell der Primaten schreiben Bertelli und HLBRÜGGE, daß der Hiatus oesophageus nur vom rechten henkel gebildet würde, der den linken an Stärke überträfe. Dieben Angaben macht Sperino speziell für den Schimpansen.

Ich präparierte 20 Zwerchfelle von Affen und konnte festellen, daß der Bau des Zwerchfells der Primaten sich eng dem r Ungulaten anschließt, was sich meines Erachtens auch als n Beleg für die nahe Verwandtschaft beider Ordnungen verrten läßt. Sind doch nach Cope die Condylarthra, die primivste Form der Huftiere, eine Unterabteilung der Primaten.

a) Platyrrhini.

Cebidae.

Von der Familie der Cebiden untersuchte ich zwei Brüllffen, einen Klammeraffen und einen Kapuzineraffen.

Abb. 25a.
Brüllaffe (dorsale Ansicht).

Abb. 25b.
Brüllaffe (ventrale Ansicht).

Die beiden Brüllaffen (Mycetes specialis) weisen im au ihres Zwerchfells ganz die gleichen Verhältnisse auf wie B. das Pferd oder der Steinbock (s. Abb. 25). Der rechte chenkel ist stärker als der linke, bildet allein den Hiatus

oesophageus und besitzt ein bis zum Hiatus durchlaufendes Sehnenbündel.

Das Zwerchfell des Klammeraffen (Ateles pentadactylus) weicht in nichts von dem des Brüllaffen ab. Wieder liegt der Hiatus ganz in dem kräftigeren rechten Bündel.

Auch beim Kapuziner (Cebus capucinus) ist nur der starke rechte Schenkel an der Bildung des Hiatus oesophageus beteiligt. Diesem fehlt jedoch das sonst stets vorhandene Sehnenbündel.

b) Catarrhini.

Cynopithecini.

Als Vertreter der Cynopithecini standen mir 5 Makaken und 8 Paviane zur Verfügung.

Das Zwerchfell des Javaneraffen (Macacus irus) zeigt wieder den sooft beschriebenen typischen Bau (s. Abb. 26). Der

Abb. 26a.
Makakus (dorsale Ansicht).

Abb. 26b.
Makakus (ventrale Ansicht).

Hiatus ist ganz von Muskulatur des rechten Schenkels umschlossen, in dem sich der bis zum Hiatus ziehende Sehnenstrang findet, der der Muskulatur als Ursprung dient. Der linke Schenkel ist viel geringer entwickelt als der rechte.

Ganz gleich gebaut ist das Zwerchfell von 3 Rhesusaffen (Macacus rhesus), wo ebenfalls der Sehnenzug des rechten Schenkels gut entwickelt ist.

Der Schweinsaffe (Macacus nemestrinus) weicht etwas den übrigen Makaken ab (s. Abb. 27). Hier ist der Rand des us aorticus vollkommen sehnig, von dem nach allen Seiten lich Muskelfasern entspringen. Daher ist es an der ventro-lalen Zwerchfellfläche nicht möglich zu entscheiden, ob der d des Hiatus oesophageus nur von Muskelfasern des rechten enkels gebildet wird oder ob auch solche vom linken Schenkel iligt sind. An der dorso-kranialen Fläche sieht man jedoch lich, daß der Hiatus oesophageus ausschließlich von skelfasern des rechten Schenkels umrandet wird. Die

Abb. 27 a.
Schweinsaffe (dorsale Ansicht).

Abb. 27 b.
Schweinsaffe (ventrale Ansicht).

uskelbündel des rechten Schenkels ziehen vor der Aorta nach ks hinüber, so daß der linke Schenkel nicht bis an den Hiatus rankommt, sondern von ihm durch die vom rechten Schenkel mmende Muskulatur getrennt ist.

Bei 6 Mantelpavianen (Cynocephalus hamadryas) nd ich wieder ganz die gleichen Verhältnisse wie bei den Ungu-en. Nur der stärkere rechte Schenkel, ausgezeichnet durch n zum Hiatus ziehenden Sehnenstrang, bildet den Hiatus sophageus. Das Präparat eines Tieres (s. Abb. 28) weist eine sonderheit auf. An der dorso-kranialen Fläche löst sich vom ken Schenkel ein kleines Muskelbündel los, das in seinem Ver-uf auf den Hiatus oesophageus gerichtet ist. Es kommt so auf

das vom rechten Schenkel stammende Bündel zu liegen, auf dem es seine Richtung ändert und sich dessen Fasern anschließt. Es verliert sich dann sehr bald in der Muskulatur des rechten Kreu-

Abb. 28a.
Pavian (dorsale Ansicht)

Abb. 28b.
Pavian (ventrale Ansicht).

zungsbündels. Ein gleiches Muskelbündelchen ist von Stadtmüller und Stenzel in Fig. 2 ihrer Arbeit über die Muskel-

Abb. 29a.
Schimpanse (dorsale Ansicht.)

Abb. 29b.
Schimpanse (ventrale Ansicht.)

bündelkreuzung der Pars lumbalis des Zwerchfelles beim Menschen abgebildet.

Bei 2 Chacma-Pavianen (Cynocephalus specialis) ergab die Präparation, wie zu erwarten war, das gleiche Zwerchfellbild wie bei den Mantelpavianen.

Anthropomorphae.

Auch die Zwerchfelle von 3 Schimpansen (Troglodytes ...er) unterscheiden sich nicht von denen der oben beschriebenen ...fen (s. Abb. 29). Der Hiatus wird nur von Muskelfasern ...s stärker entwickelten rechten Schenkels eingefaßt, ...r durch ein bis zum Hiatus ziehendes Sehnenbündel ausgezeich... ist. Die Schimpansenzwerchfelle zeigen nicht die geringste ...ur einer Überkreuzung der Faserbündel der beiden Schenkel, ...d also dadurch von den meisten menschlichen Zwerchfellen ...urchaus verschieden.

Zusammenfassung.

Bei den 82 untersuchten Zwerchfellen fand ich stets den ...iatus oesophageus ausschließlich vom rechten Zwerchfellschenkel ...ebildet. Nur in einem Falle (Seelöwe, Abb. 11) konnte ich eine ...berkreuzung von Muskelbündeln des linken und rechten Schen...els nachweisen, wobei das linke Kreuzungsbündel ventro-kaudal ...om rechten liegt. Jedoch wird der eigentliche Rand des ...iatus von Muskelfasern des rechten Schenkels ge...ildet, von dem ein schmales Bündelchen unter dem Kreuzungs...ündel des linken Schenkels hindurchzieht und sich an dessen ...nken Rand anlegt. Diesem bei einem Exemplar einer übrigens ...eit spezialisierten Form erhobenen Befund eine Bedeutung bei...umessen, sehe ich zunächst keinen Zwang. Es bleibt zur Be...rteilung dieser in gewisser Hinsicht einigen menschlichen Zu...tänden ähnlichen Verhältnisse abzuwarten, ob diese nach weite...en Untersuchungen beim Seelöwen als Norm zu betrachten sind ...nd ob nicht vielleicht infolge einer besonderen Anpassung an das ...Wasserleben ganz besondere Eigenarten im Bau des Brustkorbs, ...n seinen Bewegungsmöglichkeiten und in der Verteilung der ...unktionellen Aufgaben für die verschiedenen Abschnitte des ...Zwerchfelles zustande gekommen sind. Bei im Wasser lebenden ...Säugetieren ruht die Last des Körpers nicht mehr auf den vor...deren Extremitäten, sondern letztere üben beim Schwimmen ...durch die Muskulatur, die vom Thorax zur Extremität zieht, einen ...Zug auf den Brustkorb aus, so daß der ursprünglich kielförmige ...Thorax in einen querovalen verwandelt wird. Diese ovale Form ...des Brustkorbes hat eine Verkürzung seiner ventralen Wand zur ...Folge, wodurch das Zwerchfell gezwungen ist, seine Lage zu ändern,

und zwar derart, daß eine auffallend schräge Stellung resultiert. Phoca zeigt allerdings keine vom Durchschnittsbild der primitiven Carnivoren abweichende Einzelheiten. Dies spricht für die Möglichkeit einer individuellen Besonderheit, aber gegen die Annahme einer Anpassungserscheinung.

In den übrigen 81 Fällen fehlt ein vom linken Schenkel kommendes Kreuzungsbündel. Bei einem Pavian entsendet der linke Schenkel an seiner dorso-kranialen Fläche ein gering entwickeltes Bündelchen, das dem rechten Kreuzungsbündel aufliegt, jedoch nicht zwischen Hiatus aorticus und oesophageus zur rechten Seite hinüberzieht, sondern schon vorher von seiner ursprünglichen Richtung abweicht und sich im rechten Kreuzungsbündel verläuft. An der Bildung des Hiatus ist das Bündelchen nicht beteiligt. Ein vom linken Schenkel kommendes dorsales Bündel, das nicht zur Umrandung des Hiatus beiträgt, ist von Stadtmüller und Stenzel bei 10 menschlichen Zwerchfellen beschrieben worden. Jedoch ist beim Menschen das Bündel viel kräftiger entwickelt als bei dem Pavian, bei dem ich es sah, und zieht zwischen Hiatus aorticus und oesophageus zur rechten Seite hinüber, was es bei dem Pavian nicht tut (Abb. 28). Ein gleiches Bündel, das dem rechten Schenkel aufliegt, aber nicht zur anderen Seite hinüberzieht, haben Stadtmüller und Stenzel in einem menschlichen Falle abgebildet (Abb. 2). Dieses dem linken Schenkel angehörende dorsale Bündel ist als selbständige Bildung anzusehen, das mit einem Kreuzungsbündel des linken Schenkels nichts zu tun hat. Das Kreuzungsbündel des linken Schenkels liegt stets an der ventro-kaudalen Fläche des Zwerchfells. Auch in dem einen Fall, wo ich eine Kreuzung fand, lag das vom linken Schenkel stammende Kreuzungsbündel unter dem rechten.

Der eindeutige Befund, den die Präparation der 82 Zwerchfelle ergab, gibt die Berechtigung zu dem Schluß, daß der Hiatus oesophageus ursprünglich nur vom rechten Zwerchfellschenkel gebildet wird und ein von links kommendes Kreuzungsbündel gänzlich fehlt. Dieses Verhalten wurde ja auch von Stadtmüller und Stenzel bei der Untersuchung von 30 menschlichen Zwerchfellen in 25 Fällen gefunden. Abweichungen von diesem Befund konnte ich nur einmal bei einem Seelöwen nachweisen, wo eine Kreuzung vorhanden war. Beim Menschen trifft man des öfteren auf kompliziertere Verhältnisse.

man könnte annehmen, daß beim Menschen die Zwerchfellmuskulatur mehr differenziert wäre als beim Tier, da mit dem aufrechten Gang das Zwerchfell als Atemmuskel mehr beansprucht wird. Wahrscheinlich läßt sich durch die veränderten Atmungsverhältnisse beim aufrechten Gang das Vorkommen von besonderen Muskelbündeln an der dorso-kranialen Fläche erklären. Man nach PFUHL vermehrt das Zwerchfell durch sein Herabgehen bei der Inspiration den Sog in der Brusthöhle, der hinten oben der Wirbelsäule seine stärkste Wirkung entfaltet. Daher sind dort die stärksten Kräfte bei der Zwerchfellsenkung wirksam. Man könnte die Vermutung aussprechen, daß es infolge der Wirkung des verstärkten Sogs zu einer Mehrbildung von Muskulatur kommt, die dem nach oben wirkenden Sog entgegenarbeitet. Denn alle Muskeln entfalten ihre Kraft entgegengesetzt den sich bietenden Widerständen. Diese Theorie würde das verhältnismäßig häufige Auftreten von besonderen Muskelbündeln an der dorso-kranialen Fläche des Zwerchfells beim Menschen erklären. Die Vermutung, daß diese besonderen Bündel eine Erwerbung des Menschen sind, begünstigt durch die Atmungsverhältnisse bei dauerndem steil aufrechten Gang, erhält eine Stütze durch die Zwerchfelle der 3 untersuchten Schimpansen, die in keiner Weise von dem ursprünglichen Bau abweichen. Daß aber diese besonderen Bündel des linken Pfeilers, die zwischen Aorta und Oesophagus auf die rechte Seite des letzteren hinüberkreuzen, beim Menschen gerade Ausnahmen der Regel sind und nicht zur statistischen Norm gehören, haben STADTMÜLLER und STENZEL schon durch ihr knappes Material wahrscheinlich gemacht. Ihre Ansicht, daß die Beteiligung nur des rechten Schenkels an der Bildung des Hiatus das »Normale« sei, findet durch das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung eine gewisse Möglichkeit zu weiterem Verständnis der Zustände. Es erscheint statthaft, die von ihnen berechtigterweise als Norm bezeichneten Zustände zugleich als die primitiven Varianten, die Fälle mit dem vom linken Schenkel stammenden Kreuzungsbündel als progressive Varianten anzusehen. Nicht das Stehenbleiben auf einer Stufe der Entwicklung im Sinne einer Entwicklungsstörung, noch eine die Muskularisierung in irgendeiner Richtung beeinflussende Schädigung (BUND, TONNDORF, s. b. STADTMÜLLER und STENZEL) bedingt den Ausfall dieser Bündel, sondern ihr Fehlen scheint primitiv, ihre Entwicklung in verschiedenen Graden ist wohl aufzufassen als jeweils

	Größenverhältnis der Schenkel			Lage des Hiatus zu den Schenkeln, d. h. Beteiligung des r. und l. Schenkels an der Bildung des Hiatus oesophageus. An der Bildung des Hiatus sind beteiligt:		
	r. > l.	r. = l.	r. < l.	beide Sch.	nur l. Sch.	nur r. Sch.
Marsupialia:						
Beutelratte	†					†
Insectivora:						† einige
Igel	†					†
Maulwurf	†					††
Carnivora:		† allg.		†† allg.		† einige
Fuchs	†					††
Hund	†††† ††††			†††		†††† ††††
Tigerkatze	††					††
Hauskatze	†††† †††	†		†††		†††† ††††
Brauner Bär	†					†
Eisbär	†					†
Malayenbär	†					†
Waschbär	†					†
Ursus americ.			†		†	
Pinnipedia:						
Seehund	††					††
Seelöwe		†				†
Edentata:						
Afrik. Erdferkel	†					†
Rodentia						† allg.
Eichhörnchen	†					†
Präriehund	†					†
Hase	††					†
Kaninchen	†††† †††† †††† †					†††† †††† ††††
Siebenschläfer	†					†
Wüstenspringmaus	††††					††††
Hamster	††					††
Meerschweinchen	†††† †††					†††† †††

	Größenverhältnis der Schenkel			Lage des Hiatus zu den Schenkeln, d. h. Beteiligung des r. und l. Schenkels an der Bildung des Hiatus oesophageus. An der Bildung des Hiatus sind beteiligt:		
	r. > l.	r. = l.	r. < l.	beide Sch.	nur l. Sch.	nur r. Sch.
Ungulata:						
Artiodactyla:						† allg.
Schwein	†			† † † † †		† †
Wiederkäuer				† allg.		
Hirsch	†					†
Ziege	†		†			† †
Steinbock	†					†
Schaf			†	†		
Kalb			†			†
Perissodactyla:						† allg.
Pferd	†			†		† † † † †
Esel						†
Primates:	† allg.					† † einige
Brüllaffe	† †					† †
Klammeraffe	†					†
Kapuzineraffe	†					†
Javaneraffe	†					†
Rhesusaffe	† † †					† † †
Schweinsaffe	†					†
Mantelpavian	† † † † † †					† † † † † †
Chacma-Pavian	† †					† †
Schimpanse	† † † †					† † † †
Mensch	†		†	†	†	†

erschiedene Phase einer progressiven Bildung. Somit ergänzt diese Untersuchung die Nachprüfung der menschlichen Verhältnisse durch die beiden genannten Autoren durch die Beobachtung an den übrigen Säugern und stützt deren Ansicht.

Zusammenfassend lassen sich die in der Einleitung aufgeworfenen Fragen jetzt kurz dahin beantworten,

1. daß an der Begrenzung des Hiatus oesophageus bei allen untersuchten Säugern nur das rechte Crus beteiligt ist;
2. daß es in seltenen Fällen einen vom linken Schenkel stammenden, dorsal verlaufenden Muskelzug gibt, während ein ventral gelegenes, ursprünglich linkes Bündel fehlt;
3. daß das dorsale Bündel des ursprünglich linken Schenkels sich nicht an der Begrenzung des Hiatus oesophageus beteiligt.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. Fuchs für die Überlassung des Materials und eines Arbeitsplatzes im Institut ergebenst danken. Herrn Prof. Dr. Stadtmüller bin ich für die Zuweisung des Themas, seine wertvollen Anregungen und die liebenswürdige Unterstützung, die er mir bei meinem Arbeiten im Institut zuteil werden ließ, zu großem Dank verpflichtet.

Literatur.

Abel, O., Die Stämme der Wirbeltiere. Berlin u. Leipzig 1919.

Beaunis, H., et Bouchard, A., Nouveaux éléments d'anatomie descriptive et d'embryologie. Paris 1868. S. 250.

Bertelli, D., Sulla morfologia del musculo diaframma nei mammiferi. Arch. per le science med., 1895.

Braus, H., Anatomie des Menschen, Bd. I, S. 196. Berlin 1921.

Broesicke, G., Lehrbuch der normalen Anatomie des menschlichen Körpers. Berlin 1920. S. 131.

Bucher, H., Topographische Anatomie der Brusthöhlenorgane des Hundes. Inaug.-Diss. Leipzig 1909. S. 58—59.

Chauveau, A., Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris 1857. S. 241—242.

Corning, H. K., Lehrbuch der topographischen Anatomie. München 1923. S. 378.

Cruveilhier, J., Traité d'anatomie descriptive. Paris 1862. S. 543.

Cunningham-Robinson, Mannual of practical anatomy. Bd. I. Edinburgh 1914. S. 537.

Eisler, P., Die Muskeln des Stammes. v. Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen. Jena 1912.

Ellenberger, W., und Baum, H., Systematische und topographische Anatomie des Hundes. Berlin 1891. S. 159.

ILENBERGER, W., und BAUM, H., Topographische Anatomie des Pferdes. 3. Teil: Der Rumpf. Berlin 1897. S. 63—64.
—— —— Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Berlin 1900. S. 297, 305, 307.
PINGER, HANS, Beitrag zur Röntgendiagnostik und pathologischen Anatomie einer Hernia diaphragmatica (vera) paraoesophagea in: Zeitschr. f. Heilkunde 1904. S. 371—375.
— Allgemeine und spezielle Pathologie und Therapie des Zwerchfells, in Nothnagels spezieller Pathologie und Therapie 1911. S. 4 und 121.
EGENBAUR, C., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd. I. Leipzig 1895. S. 397.
ERHARDT, U., Das Kaninchen. Leipzig 1909. S. 142.
GERLACH, J., Handbuch der speziellen Anatomie des Menschen. München und Leipzig 1891. S. 504.
RAY, H., Anatomy descriptive and surgical. London 1890. S. 410—411.
UINANE, F. R., Two anomalies in the construction of the diaphragm in: Journ. Anat. London 59, 1924. S. 83—86.
ÜNTHER, K., Die topographische Myologie des Pferdes. Hannover 1866. S. 133—134.
AACK, K., Vergleichende Untersuchungen über die Muskulatur der Gliedmaßen und des Stammes bei der Katze, dem Hasen und Kaninchen. Inaug.-Diss. Bern 1903. S. 51.
ABERLAH, C., Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Zwerchfells der Haussäugetiere. Inaug.-Diss. Leipzig 1911. S. 10—12.
ARRISON, R., The Dublin dissector or system of practical anatomy. Dublin 1847. Bd. I, S. 294.
EIDSIECK, E., Bemerkung zur Lage des Hiatus aorticus und des Hiatus oesophageus des Zwerchfells. Anat. Anz. 1928. Bd. 66, Heft 4/5, S. 78—79.
EITZMANN, C., Die descriptive und topographische Anatomie des Menschen. Wien und Leipzig 1896. S. 182.
D. HELLEN, Beitrag zur Anatomie des Zwerchfells: Das Centrum tendineum. Zeitschr. f. Morphologie u. Anthropologie 1903, VI.
ENLE, J., Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. I, 3: Muskellehre. Braunschweig 1871. S. 80.
ILDEBRANDT, FR., und WEBER, C. H., Handbuch der Anatomie des Menschen. Braunschweig 1830. S. 413—414.
HOLLSTEIN, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Berlin 1873. S. 343.
ESSEL-WALDEYER, Lehrbuch der topographisch-chirurgischen Anatomie. Bonn 1899. S. 39.
NOX, R., A mannual of human anatomy. London 1853. S. 206—207.
OHLBRÜGGE, J. H. F., Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates. Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ostindien, hrsg. von Max Weber. Leiden 1891—92. Bd. II, S. 148.
— Die Muskeln und peripheren Nerven der Primaten. Verhandl. Kon. Akad. v. Wetenschappen. Amsterdam 1897. S. 63.
RAUSE, W., Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1884. S. 145.
— Handbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1905. S. 136.

Langenbeck, C. J. M., Handbuch der Anatomie. Göttingen 1847. Band Myologie. S. 123—124.

Langer-Toldt, Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie. Wien und Leipzig 1911. S. 197.

Le Double, A. F., Traité des variations du systeme musculaire de l'homme. Paris 1897. S. 308.

Leyh, Fr., Handbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1850. S. 211.

Low, A., A note on the crura of the diaphragm and the muscle of Treitz. Journ. Anat. and Physiol., 1908, S. 93—96.

Luschka, H., Die Anatomie des Menschen in Rücksicht auf die Bedürfnisse der praktischen Heilkunde. Tübingen 1863. Bd. I, Abt. 2, S. 155—156.

Martin, P., Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. I—IV. Stuttgart 1912—1923.

Meckel, J. F., Handbuch der menschlichen Anatomie. Halle und Berlin 1816. Bd. II, S. 458.

Merkel, Fr., Die Anatomie des Menschen. Wiesbaden 1914. Bd. III: Muskellehre, S. 34.

Morel, Ch., et Duval, M., Manuel de l'anatomiste. Paris 1883. S. 312—313.

Owen, R., On the anatomy of vertebrates. London 1868. Bd. III, S. 1—2.

Pfuhl, W., Zur Mechanik der Zwerchfellbewegung. Zeitschr. f. Konstitutionslehre, Bd. XII, Heft 2.

Poirier, P., Traité d'anatomie humaine. Paris 1896. Bd. II, S. 538.

Quain, Elements of anatomy. London 1876. S. 309.

Rauber, A., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1902. Bd. I, S. 496.

Richardson, T. G., Elements of human anatomy. Philadelphia 1854. S. 299.

Rosenmüller, J. Ch., Handbuch der Anatomie. Leipzig 1840. S. 305.

Sappey, Ph. C., Traité d'anatomie descriptive. Paris 1869. S. 257—258.

Schmaltz, Über die Pars lumbalis oder die sogenannten Pfeiler des Zwerchfells beim Pferd. Berliner tierärztl. Wochenschr. 1897, Nr. 36.

Spalteholz, W., Handatlas der Anatomie des Menschen. Wien und Leipzig 1918. S. 288.

Sperino, G., Anatomia del Cimpanzé. Torino 1897—98. S. 72—75.

Stadtmüller, Fr., und Stenzel, K. G., Beobachtungen über die sogenannte »normale« Muskelbündelkreuzung in der Pars lumbalis des Zwerchfells. Anat. Anz. 1926. Bd. 62, S. 145—163.

Steinmann, G., und Döderlein, L., Elemente der Paläontologie. Leipzig 1890.

Stenzel, K. G., Über die sogenannte »normale« Muskelbündelkreuzung in der Pars lumbalis des Zwerchfells, ihre Beziehungen zu Hernien am Foramen oesophageum und über einen Fall von Hernia diaphragmatica oesophagea vera. Inaug.-Diss. Göttingen 1926.

Stieda, L., Grundriß der Anatomie des Menschen. Hannover 1900. S. 209.

Straus-Durckheim, H., Anatomie descriptive et comparative du chat. Paris 1845. Bd. II, S. 311.

Sussdorf, M., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1895. Bd. I, S. 503.

Tandler, J., Lehrbuch der systematischen Anatomie. Leipzig 1919. Bd. I, S. 358.

TUT, L., Myologie de l'ursus americanus. Internationale Monatsschr. f. Anatomie u. Physiologie 1890. S. 254.
— Traité d'anatomie humaine. Paris 1899. S. 847.
ILE, Fr. W., Die Lehre von den Muskeln, in v. Sömmering, Vom Bau des menschlichen Körpers. Leipzig 1841. S. 214.
BER, M. J., Vollständiges Handbuch der Anatomie des menschlichen Körpers. Bonn 1839. Bd. I, S. 580.
BER, Max, Die Säugetiere. Jena 1928.
EDERSHEIM, R., Grundriß der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1898. S. 151—152.
LSON, E., The dissectors manual of practical and surgical anatomy. London 1853. S. 495.
NCKLER, G., Configuration et architecture des piliers du diaphragme. Arch. Anat. Histol. Embr. 1926/27. 6, 1—3, S. 1—31.
RHELLE, E., Ein Beitrag zur Lehre von der Entstehung der Zwerchfellbrüche. Inaug.-Diss. Bonn 1904. S. 11.